



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 50402

(13) A

(51) 6 E21C41/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД  
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ  
ВЛАСНИКА  
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ УКРІПЛЕННЯ СЛАБКОЇ ОБВОДНЕНОЇ ОСНОВИ ВІДВАЛУ

1

2

(21) 2002010064

(22) 03 01 2002

(24) 15 10 2002

(46) 15 10 2002, Бюл. № 10, 2002 р.

(72) Ніколашин Юрій Михайлович, Петрусенко Ірина Юріївна, Касьяненко Ніна Олександрівна

(73) ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ  
ГІРНИЧОРУДНИЙ ІНСТИТУТ

(57) Спосіб укріплення слабкої обводненої основи відвалу, який включає підготовку основи шляхом формування опорних несучих елементів і розміщення у них фільтруючих порід, який відрізняється тим, що формування опорних несучих елементів здійснюють бурінням куцїв вертикальних дренажних свердловин великого діаметру з одночасним послідовним розміщенням засипкою фільтруючих порід у вигляді розкритих скельних порід кожної пробуреної свердловини в куцї, при цьому куцї свердловин розміщують в шаховому порядку на площині слабкої обводненої основи відвалу на відстані L один від одного, яку визначають із виразу

$$L = h_3 \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon, \text{ де}$$

$h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м, яка рівна не менше 0,3 висоти відвалу H, м,

$\varepsilon$  - кут між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання, який рівний  $(45^\circ - \varphi/2)$ , град,

при цьому глибину свердловин в куцях  $h_{св}$  визначають із виразу

$$h_{св} = h_3 + 2r, \text{ де}$$

$h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м,

$r$  - радіус свердловини великого діаметра, м,

а кількість свердловин  $n$  в куцї визначають із виразу

$$n = \frac{\Delta F \cdot l}{S_{св} \cdot \tau_{св} + S_o \cdot \tau_o},$$

де

$\Delta F$  - надмірний зсувний тиск в слабкій обводненій основі, МПа,

$l$  - відстань між куцями свердловин, м,

$S_{св}$  - площа зрізу свердловини зсувним тиском, м<sup>2</sup>,

$\tau_{св}$  - опір зсуву розкритих скельних порід, МПа,

$S_o$  - площа зрізу слабких обводнених порід основи в створі двох куцїв свердловин, м<sup>2</sup>,

$\tau_o$  - опір зсуву слабких обводнених порід основи, МПа

Винахід відноситься до гірничої справи і може бути використаний при укріпленні слабкої обводненої основи відвалу

Найбільш близьким технічним рішенням вибраним у якості прототипу являється спосіб укріплення слабкої обводненої основи відвалу, який включає підготовку основи шляхом формування опорних несучих елементів і розміщення у них фільтруючих порід. Формування опорних несучих елементів у вигляді гребенів здійснюється шляхом випору (віджаття) порід слабкої обводненої основи відсипкою фільтруючих і розкритих порід. В утворених западинах (основах гребенів) між валами випирання спочатку формують опорні гребні, потім засипають вали випирання (проміжки між гребнями) розкритими породами [СССР, Авт. свид. № 825955, М. кл. E21C41/00, 81].

Недоліками відомого способу являється недостатня несуча здатність основи при проектних на-

вантаженнях від маси розкритих скельних порід, в зв'язку з тим, що опорні несучі елементи у вигляді гребенів не володіють опірністю горизонтальними зсувами від діючого надмірного зсувного тиску, так як не відбувається повного віджаття і дренажу слабких обводнених порід в підшві основи і створюються умови формування поверхні ковзання по межі фільтруючих порід і неконсолідованих порід слабкої обводненої основи. Створюваний опорний гребінь між валами випирання із слабких обводнених порід не володіє достатнім опором зсуву від маси розкритих скельних порід засипаних в проміжки між гребнями валів із слабких обводнених порід. Тому що засипка валів із слабких обводнених порід приведе до зсуву опорного гребеня за рахунок додаткового бокового навантаження в сторону нижньої зовнішньої брівки відкритих слабких обводнених порід.

Причиною, яка перешкоджає одержанню тех-

(13) A

(11) 50402

(19) UA

нічного результату винаходу, що заявляється прототипом являється наступна

формування опорних несучих елементів у вигляді гребенів здійснюють відсіпкою порід або фільтруючих матеріалів і порід на денну поверхню слабкої обводненої основи за рахунок її продавлювання і віджаття з утворенням валів випирання. При цьому в підшви опорного гребеня остаються неконсолідовані породи слабкої обводненої основи, які його підтримують в граничному стійкому стані. Порушення граничної стійкості стану опорного гребеня відбувається при навантаженні від засипки проміжку між опорними гребенями на поверхню гребеня із слабких обводнених свердловин. Виникаючи додаткові зсувні навантаження приводять до горизонтального зсуву опорного гребеня в сторону нижньої зовнішньої брівки віджатих слабких обводнених порід. Тому опорні гребені не володіють достатньою несучою здатністю при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід.

Завданням винаходу являється розробка способу укріплення слабкої обводненої основи відвалу, в якому шляхом забезпечення можливості консолідації порід слабкої обводненої основи при її зсуву від діючого на неї проектного навантаження відвалу, за рахунок суміщення технологічних операцій по розміщенню фільтруючих порід і формуванню опорних несучих елементів слабкої обводненої основи нейтралізуючих зростання зсувних напруг при вертикальному дренажі в області формування поверхньої ковзання, досягають забезпечення достатньої несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід і за рахунок цього створюються умови для скорочення випучення земель під відвали і для збереження геологічного середовища.

Поставлене завдання вирішується тим, що у відомому способі укріплення слабкої обводненої основи відвалу, який включає підготовку основи шляхом формування опорних несучих елементів і розміщення у них фільтруючих порід, згідно винаходу формування опорних несучих елементів здійснюють бурінням куців вертикальних дренажних свердловин великого діаметру з одночасним послідовним розміщенням засипкою фільтруючих порід у вигляді розкривних скельних порід кожної пробуреної свердловини в куці, при цьому куці свердловин розміщують в шаховому порядку на площі слабкої обводненої основи відвалу на відстані  $l$  один від одного, яку визначають із виразу  $l = h_3 \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon$ ,

де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м, яка рівна не менш 0,3 висоти відвалу  $H$ , м,

$\varepsilon$  - кут між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання, який рівний  $(45^\circ - \varphi/2)$ , град.

при цьому глибину свердловини  $h_{\text{св}}$  в куцах визначають із виразу

$$h_{\text{св}} = h_3 + 2r,$$

де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м,

$r$  - радіус свердловини великого діаметру, м,

а кількість свердловин  $n$  в куці визначають із

виразу

$$n = \frac{\Delta F \cdot l}{S_{\text{св}} \cdot \tau_{\text{св}} + S_0 \cdot \tau_0},$$

де  $\Delta F$  - надмірний зсувний тиск в слабкій обводненій основі, МПа,

$l$  - відстань між куцями свердловин, м,

$\tau_{\text{св}}$  - опір зсуву розкривних скельних порід, МПа,

$S_0$  - площа зрізу слабких обводнених порід основи в створі двох куців свердловин, м<sup>2</sup>,

$\tau_0$  - опір зсуву слабких обводнених порід основи, МПа.

Суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, наступні

- підготовка основи,
- підготовка основи шляхом формування опорних несучих елементів,
- розміщення в опорних несучих елементах фільтруючих порід,
- здійснення формування опорних несучих елементів бурінням куців вертикальних дренажних свердловин великого діаметру,
- розміщення засипкою фільтруючих порід у вигляді розкривних скельних порід послідовно кожної пробуреної свердловини в куці,
- розміщення куців свердловин в шаховому порядку на площі слабкої обводненої основи відвалу,
- розміщення куців свердловин на відстані  $l$  один від одного,
- визначення відстані  $l$  із виразу,
- визначення глибини свердловин  $h_{\text{св}}$  куцах із виразу,
- визначення кількості свердловин  $n$  в куці із виразу.

Новими суттєвими ознаками винаходу, що заявляється, наступні

- здійснення формування опорних несучих елементів бурінням куців вертикальних дренажних свердловин великого діаметру,
- розміщення засипкою фільтруючих порід у вигляді розкривних скельних порід послідовно кожної пробуреної свердловини в куці,
- розміщення куців свердловин в шаховому порядку на площі слабкої обводненої основи відвалу,
- розміщення куців свердловин на відстані  $l$  один від одного,
- визначення відстані  $l$  із виразу,
- визначення глибини свердловини  $h_{\text{св}}$  в куцах із виразу,
- визначення кількості свердловин  $n$  в куці із виразу.

Указані суттєві ознаки являються необхідними і достатніми у всіх випадках здійснення способу, що заявляється.

Завдяки тому, що формування опорних несучих елементів здійснюють бурінням куців вертикальних дренажних свердловин великого діаметру з одночасним послідовним розміщенням засипкою фільтруючих порід у вигляді розкривних скельних порід кожної пробуреної свердловини в куці, створюються умови обводненої основи по поверхні ковзання при навантаженні після підготовки основи

відвальною масою, при якій забезпечується наступне інтенсивний дренаж водоносних порід з розсінянням підростатичного напору водоносного горизонту в опорних несучих елементах, ущільнення порід, що дренуються з підвищенням кута внутрішнього тертя і зчеплення порід із зниженням величин заглиблення поверхні ковзання, зосередження діючих вертикальних і горизонтальних навантажень на сформовані опорні несучі елементи, що сприяє забезпеченню достатньої несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід і за рахунок цього створенню умов для скорочення вилучення земель під відвали і для збереження геологічного середовища

Завдяки тому, що куці свердловин розміщують в шаховому порядку на площі слабкої обводненої основи відвалу на відстані  $l$  один від одного, яку визначають із виразу  $l = h_3 \cdot \operatorname{ctg} \varepsilon$ , де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м, яка рівна не менш 0,3 висоти відвалу  $H$ , м,  $\varepsilon$  - кут між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання, який рівний  $(45^\circ - \varphi/2)$ , град, відбувається перехоплення проскакування дренажних вод між куцями свердловин і прискорення консолідації слабких порід основи, утворення призми упору зсувним напругам в слабкій обводненій основі і перерозподіл в плані навантаження напругам в слабкій обводненій основі і перерозподіл в плані навантаження від маси відвалу, який відсипається між опорними несучими елементами вертикальних дренажних свердловин і поверхню слабкої обводненої основи відвалу

Визначення величини заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу  $h$  з урахуванням кута між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання, рівною  $(45^\circ - \varphi/2)$ , град, дозволяє визначити відстань між куцями свердловин  $l$ , а це дає можливість одержанню проектних значень несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід при вертикальному дренажі і консолідації слабких порід основи, що сприяє забезпеченню достатньої несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід і за рахунок цього створення умов для скорочення вилучення земель під відвали і для збереження геологічного середовища

Завдяки тому, що глибину свердловин  $h_{\text{св}}$  визначають із виразу

$$h_{\text{св}} = h_3 + 2r,$$

де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м,  $r$  - радіус свердловини великого діаметру, м, відбувається перекриття зони зсувів в слабкій обводненій основі відвалу по поверхні ковзання, в тому числі по найбільш заглибленій поверхні  $h_3$ , на величину  $2r$ , яка надійно зв'язує заробку кінця свердловини  $C$  цилінковою частиною основи, як  $C$  менш напруженою його областю, що сприятиме забезпеченню достатньої несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід і за рахунок цього створенню умов для скорочення вилучення земель під відвали і для збереження геологічного середовища

Завдяки тому, що кількість свердловин  $n$  в куці визначають із виразу

де  $\Delta F$  - надмірний зсувний тиск в слабкій обводненій основі, МПа,  $l$  - відстань між куцями свердловин, м,  $S_{\text{св}}$  - площа зрізу свердловини зсувним тиском,  $\text{м}^2$ ,  $T_0$  - опір зсуву розкривних скельних порід, МПа,  $S_0$  - площа зрізу слабких обводнених порід основи в створі двох куців свердловин,  $\text{м}^2$ ,  $T_0$  - опір зсуву слабких обводнених порід основи, МПа, відбувається нейтралізація надмірного зсувного тиску за рахунок його концентрації на опорних несучих елементах слабкої обводненої основи і його розосередження між куцями свердловин, що сприятиме забезпеченню достатньої несучої здатності основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід і за рахунок цього створюватимуться умови під відвали і для збереження геологічного середовища

Таким чином завдяки сукупності відомих і нових суттєвих ознак стало можливим здійснення між ними причинно-наслідкового зв'язку, що забезпечить одержання технічного результату винаходу, що заявляється

Суттєвість винаходу пояснюється кресленнями, де

на фіг 1 зображена схема розміщення куців вертикальних дренажних свердловин,

на фіг 2 - розріз по А-А фіг 1,

на фіг 3 - розріз по Б-Б фіг 1

Спосіб здійснюється наступним чином

До формування відвалу (фіг 1) на слабкій обводненій основі 1, обмеженої в плані контуром 2, роблять формування опорних несучих елементів бурінням в основі 1 куців 3 вертикальних дренажних свердловин 4 великого діаметру (більш 1м) Буріння їх роблять з одночасним послідовним розміщенням засипкою фільтруючих порід 5 у вигляді розкривних скельних порід кожної пробуреної свердловини в куці 3 на глибину нижче створення поверхні ковзання 6 (фіг 2) Кількість свердловин 4 в куці 3 для розміщення в них фільтруючих порід 5 визначається із умов їх роботи на зріз з розміщеними в них фільтруючими породами 5 і відстані  $l$  між куцями 3

Для цього визначаємо надмірний зсувний тиск  $\Delta F$  на 1 пог м в слабкій обводненій основі 1, площу зрізу свердловини 4 зсувним тиском  $S_{\text{св}}$ , опір зсуву розкривних скельних порід  $T_{\text{ск}}$ , засипаних в свердловину 4, площу зрізу слабких обводнених порід основи 1 в створі двох куців 3 свердловин  $S_0$ , опір зсуву слабких обводнених порід основи  $T_0$  і відстані  $l$  між куцями 3 свердловин 4

На основі оцінки протитиску слабкої обводненої основи відвалу, що укріплюється надмірному зсувному тиску при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід при вертикальному дренажі і консолідації слабких обводнених порід визначають кількість свердловин  $n$  в куці 3 із виразу

$$n = \frac{\Delta F \cdot l}{S_{\text{св}} \cdot T_{\text{ск}} + S_0 \cdot T_0},$$

де  $\Delta F$  - надмірний зсувний тиск в слабкій обводненій основі, МПа,

$l$  - відстань між куцями свердловин, м,

$S_{св}$  - площа зрізу свердловини зсувним тиском,  $m^2$ ,

$t_{ск}$  - опір зсуву розкритих скельних порід, МПа,

$S_0$  - площа зрізу слабких обводнених порід основи в створі двох кушів свердловин,  $m^2$ ,

$t_0$  - опір зсуву слабких обводнених порід основи, МПа, де відстань  $l$  визначають із виразу

$$l = h_3 \cdot ctg \epsilon,$$

де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м, яка рівна не менш 0,3 висоти відвалу  $H$ , м,

$\epsilon$  - кут між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання, який рівний ( $45^\circ - \phi/2$ ), град, яка залежить від положення поверхні ковзання в слабкій обводненій основі 1 на глибині  $h$  при її виході на денну поверхню із створенням кута  $\epsilon$ , між денною поверхнею основи 1 і дотичною до поверхні ковзання 6

При формуванні кушів 3 свердловин 4 за рахунок вертикального дренажу і консолідації слабких порід основи 1 відбувається зниження величини кута  $\epsilon$ , яка підвищує несучу здатність основи 1 і протитиск проектною величиною надмірного зсувного тиску

Куці 3 свердловин 4 розміщують на площі слабкої обводненої основи 1 в шаховому порядку на відстані  $l$  між куцями 3 свердловин 4. При цьому буріння свердловин 4 в куці 3 роблять на площі, обмеженою радіусом куца  $3R = 1,4 \cdot r/n$ , де 1,4 - коефіцієнт щільності розміщення свердловин на площі куца,  $r$  - радіус свердловин великого діаметру,  $n$  - кількість свердловин великого діаметру

Буріння свердловин 4 в кожному куці 3 роблять на глибину  $h_{св}$  нижче заглиблення поверхні ковзання 6 в слабкій обводненій основі відвалу 1  $h$  на величину рівну двом радіусам свердловини 4 більшого діаметру для забезпечення можливості формування протитиску опорних несучих елементів надмірному зсувному тиску після їх засипки фільтруючими породами 5 у вигляді розкритих скельних порід

Глибину  $h_{ск}$  свердловин 4  $h_{ск}$  в куці 3 визначають із виразу

$$h_{св} = h_3 + 2r,$$

де  $h_3$  - глибина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу, м,

$r$  - радіус свердловини великого діаметру, м

Заглиблення  $h$  визначають по відомій методиці [Методические указания по расчету устойчивости и несущей способности стволов - Л. ВНИМИ, 1987 С 30 - 34]

Після буріння кожної свердловини 4 в куці 3 в кожній пробуреній свердловині 4 розміщують засипкою фільтруючі породи 5 у вигляді розкритих скельних порід

Сформовані опорні несучі елементи куцями 3 вертикальних дренажних свердловин 4, розміщених в шаховому порядку на площі основи 1 при заданій глибині  $h_{св}$  і заданій відстані  $l$  між ними при визначеній кількості свердловин  $n$  в куці забезпечать розвантаження тиску відвальної маси на поверхню основи при вертикальному дренажі

Приклад

До формування відвалу № 2 ВАТ "Інгuleцький

прично-збагачувальний комбінат" Криворізького залізорудного басейну на площі розширення його проектних контурів в сторону р. Інгuleць виконати роботи по укріпленню слабкої обводненої основи відвалу, які характеризуються наступним

проектна висота відвалу  $H = 100m$ ,

розрахункова величина заглиблення поверхні ковзання в слабку обводнену основу відвалу висотою 100м

$$h_3 = 30m,$$

кут між денною поверхнею основи і дотичною до поверхні ковзання при куті внутрішнього тертя  $\phi$  порід слабкої обводненої основи, рівного  $10^\circ$  ( $ctg 40^\circ = 1,19$ )

$$\epsilon = 40^\circ,$$

радіус свердловини великого діаметру

$$r = 0,63m,$$

площа зрізу свердловини зсувним тиском

$$S_{св} = 1,25m^2,$$

упір зсуву розкритих скельних порід

$$t_{ск} = 0,2MPa = 20t/m^2,$$

площа зрізу слабких обводнених порід основи в створі двох кушів свердловин (при відстані  $l$  між куцями свердловин рівному 35,7м)

$$S_0 = 22,5m^2,$$

опір зсуву слабких обводнених порід основи

$$t_0 = 0,02MPa = 2t/m^2,$$

розрахунковий надмірний зсувний тиск в слабкій обводненій основі при проектній висоті відвалу 100м урахуванням нормативного коефіцієнту запасу його стійкості, рівного 1,2

$$\Delta F = 0,1MPa = 10t/m^2$$

Визначають кількість  $n$  вертикальних дренажних свердловин в куці із виразу

$$n = \frac{10 \times 35,7}{1,25 \times 20 + 22,5 \times 2},$$

$$n = \frac{357}{25 + 45},$$

$$n = \frac{357}{70} = 5,1$$

Приймаємо 5 свердловин

Свердловини в куці розміщують на площі, обмеженою радіусом куца, який визначають із виразу

$$R = 1,4 \times 0,63 \times \sqrt{5};$$

$$R = 0,88 \times 2,24 = 2m.$$

Буріння свердловин в куці роблять з одночасним послідовним розміщенням у них фільтруючих порід у вигляді розкритих скельних порід. Куці свердловин розміщені в шаховому порядку на рівних один від одного відстанях  $l$ , які визначають із виразу

$$l = 30 \cdot \operatorname{ctg} (45^\circ - 10^\circ/2),$$

$$l = 30 \cdot \operatorname{ctg} 40^\circ,$$

$$l = 30 \cdot 1,19 = 35,7 \text{ м.}$$

Буріння свердловин в кожному куці здійснюють на глибину  $h_{\text{св}} = 31,26 \text{ м}$ , тобто нижче глибини заглиблення поверхні ковзання  $h_0 = 30 \text{ м}$  в слабку основу відвалу на величину рівну  $2r = 1,26 \text{ м}$ ,  $r$  - радіус свердловини великого діаметру, рівний  $0,63 \text{ м}$ .

Витягнена при бурінні десяти куців порода свердловин в об'ємі до  $2000 \text{ м}^3$ , частково вивезена автотранспортом ( $1000 \text{ м}^3$ ) частина, яка залишилася - розміщена між суміжними куцями.

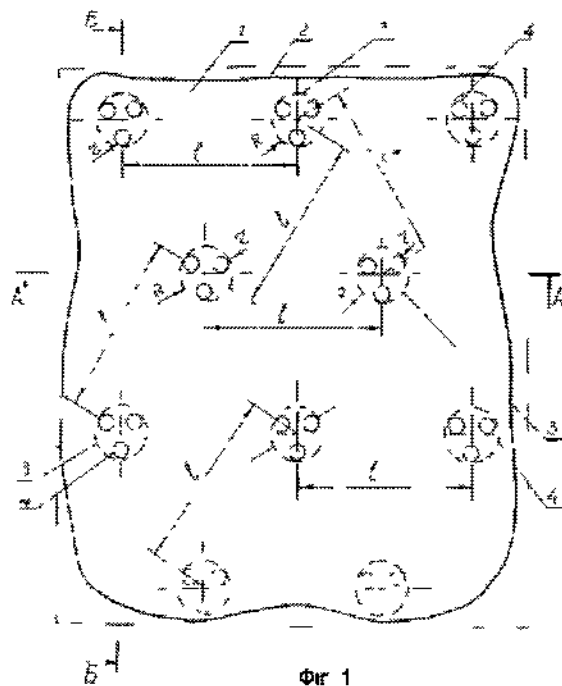
В пробурених свердловинах розміщено 850 т розкривних скельних порід.

При дослідно-промисловій відсипці відвалу в свердловинах за рахунок притоку води, яка віджимається із під навантаженої площі відбувся самовплив на поверхню основи і наступне розсіяння гідростатичного напору.

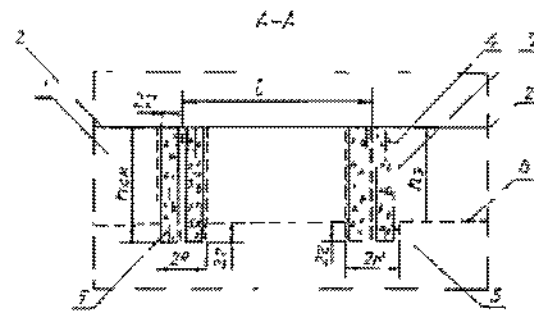
Підготовлена таким чином слабка обводнена основа володіє достатньою несучою здатністю.

основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід відвалу на висоту до  $100 \text{ м}$  при вертикальному дренажі і консолидації слабких порід основи і за рахунок цього створюються умови для скорочення вилучення земель під відвали і для охорони геологічного середовища.

Застосування способу укріплення слабкої обводненої основи відвалу по винаходу, що заявляється дозволить забезпечити достатню несучу здатність основи при проектних навантаженнях від маси розкривних скельних порід, за рахунок чого створюються умови для скорочення вилучення земель під відвали і для збереження геологічного середовища. Технічний результат досягається шляхом забезпечення можливості консолидації порід слабкої обводненої основи при її зсуві від діючого на неї проектного навантаження відвалу за рахунок суміщення технологічних операцій по розміщенню фільтруючих порід і формуванню опорних несучих елементів слабкої обводненої основи нейтралізуючих зростання зсувних напруг при вертикальному дренажі в області формування поверхні ковзання.

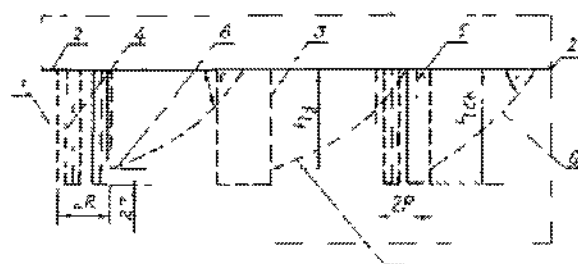


Фиг. 1



Фиг. 2

Б-Б



Фиг. 3

ДП «Український інститут промислової власності» (Укрпатент)

вул. Сім'ї Хохлових, 15, м. Київ, 04119, Україна

(044) 456-20-90

ТОВ «Міжнародний науковий комітет»

вул. Артема, 77, м. Київ, 04050, Україна

(044) 216-32-71